

549,203

Rec'd PCT/PTO 16 JUN 2005

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES  
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum  
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum  
8. Juli 2004 (08.07.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer  
WO 2004/057218 A1(51) Internationale Patentklassifikation<sup>7</sup>: F16J 15/32,  
F01D 11/00

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BEICHL, Stefan  
[DE/DE]; Zur Weiherschenke 5, 82211 Herrsching (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003918

(74) Anwälte: SÖLLNER, Oliver usw.; DaimlerChrysler AG,  
Intellectual Property Management, IPM - C 106, 70546  
Stuttgart (DE).(22) Internationales Anmeldedatum:  
26. November 2003 (26.11.2003)

(81) Bestimmungsstaat (national): US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,  
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,  
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:  
102 59 381.7 18. Dezember 2002 (18.12.2002) DE

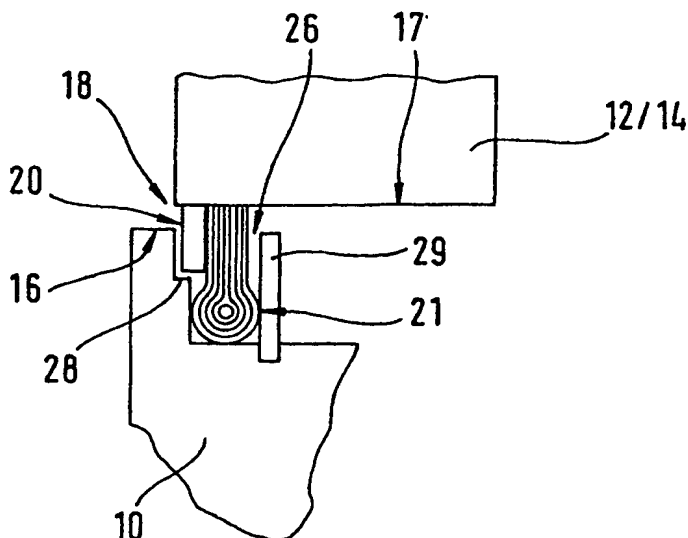
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme  
von US): MTU AERO ENGINES GMBH [DE/DE];  
Dachauer Strasse 665, 80995 München (DE).Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-  
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-  
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der  
PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: SEALING ARRANGEMENT

(54) Bezeichnung: DICHTUNGSANORDNUNG



(57) Abstract: The invention relates to a sealing arrangement. The inventive sealing arrangement serves to seal rotational-symmetric parts. To this end, at least one first sealing device (20), which is provided in the form of a ring seal, is placed between the rotational-symmetric parts. According to the invention, a second sealing device (21), which is provided in the form of a brush seal, is also placed between the rotational-symmetric parts.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung. Die erfindungsgemäße Dichtungsanordnung dient dem Abdichten von rotationssymmetrischen Bauteilen, wobei zwischen den rotationssymmetrischen Bauteilen wenigstens eine erste, als Ringdichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (20) angeordnet ist. Erfindungsgemäss ist zwischen den rotationssymmetrischen Bauteilen zusätzlich eine zweite, als Bürstendichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (21) angeordnet.

WO 2004/057218 A1

### **Dichtungsanordnung**

Die Erfindung betrifft eine Dichtungsanordnung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1.

Die hier vorliegende Erfindung bezieht sich auf eine Abdichtung zwischen zwei feststehenden, rotationssymmetrischen Bauteilen. Eine Abdichtung zwischen zwei feststehenden Bauteilen wird auch als statische Dichtung bezeichnet.

Obwohl die Erfindung nachfolgend am Beispiel einer Leitschaufel und eines Gehäuse bzw. eines Trägers einer Gasturbine beschrieben ist, soll die Erfindung auf diesen konkreten Anwendungsfall nicht beschränkt sein. Die Erfindung ist vielmehr überall dort einsetzbar, wo feststehende rotationssymmetrische Bauteile unter Verwendung einer statischen Dichtungsanordnung gegeneinander abzudichten sind. Der Anwendungsbereich der Erfindung ist also nicht auf Gasturbinen oder sonstige Antriebe in der Luftfahrttechnik beschränkt.

Gasturbinen, die zum Beispiel in Flugzeugen als Triebwerke verwendet werden, umfassen in der Regel mehrere in axialer Richtung der Gasturbine hintereinander angeordnete, feststehende Leitschaufeln. Jede der feststehenden Leitschaufeln ist aus mehreren Schaufelsegmenten gebildet, wobei die Schaufelsegmente mit radialem Spiel um ein feststehendes Gehäuse oder einen freistehenden Träger der Gasturbine angeordnet sind. Bei dem Gehäuse bzw. dem Träger und der Leitschaufel handelt es sich um feststehende, rotationssymmetrische Bauteile, die konzentrisch zueinander angeordnet sind.

Um bei einer Gasturbine eine Strömung zwischen der feststehenden Leitschaufel und dem feststehenden Gehäuse zu unterbinden, ist nach dem Stand der Technik zwischen den Schaufelsegmenten der Leitschaufel und dem Gehäuse eine Ringdichtung angeordnet. Die Ringdichtung dichtet einen durch das radiale Spiel zwischen den Schaufelsegmenten und dem Gehäuse ausgebildeten Spalt ab. Derartige Ringdichtungen verfügen über den Nachteil, dass dieselben Unregelmäßigkeiten des radialen Spiels und damit des Spalts

zwischen den Schaufelsegmenten und dem Gehäuse bzw. Träger nicht ausgleichen können.

So können nämlich die einzelnen Schaufelsegmente einer Leitschaufel unterschiedlich lang ausgebildet sein oder mit radialen Versatz um das Gehäuse herum angeordnet sein. Ferner können Fertigungstoleranzen der gegeneinander abzudichtenden Bauteile für Unregelmäßigkeiten des radialen Spiels und damit des abzudichtenden Spalts sorgen. Im Betrieb einer Gasturbine können sich die einzelnen Schaufelsegmente einer Leitschaufel in Folge von Erwärmungen unterschiedlich stark ausdehnen sowie entwölben. Des weiteren können die Schaufelsegmente während des Betriebs der Gasturbine gekippt werden. All diese Faktoren können auch in Kombination miteinander auftreten und für Abweichungen des abzudichten Spalts in einer Größenordnung von 1 bis 2 Millimetern sorgen. Eine durch Ringdichtungen bereitgestellte Dichtung gewährleistet zwar bereits ein hohes Maß an Dichtigkeit, sie vermag jedoch derartige Unregelmäßigkeiten zwischen den gegeneinander abzudichtenden Bauteilen nicht auszugleichen und lässt dann unerwünschte Leckagen zu.

Hiervon ausgehend liegt der vorliegenden Erfindung das Problem zu Grunde, eine verbesserte Dichtungsanordnung zu schaffen.

Dieses Problem wird dadurch gelöst, dass die Eingangs genannte Dichtungsanordnung durch die Merkmale des kennzeichnenden Teils des Patentanspruchs 1 weitergebildet ist.

Dadurch, dass zwischen den rotationssymmetrischen Bauteilen zusätzlich zu der wenigstens einen ersten, als Ringdichtung ausgebildeten Dichtungseinrichtung eine zweite, als Bürstendichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung angeordnet ist, lassen sich Unregelmäßigkeiten des radialen Spalts zwischen den rotationssymmetrischen, gegeneinander abzudichtenden Bauteilen ausgleichen, so dass Leckagen vermieden werden. Es werden die Vorteile von Ringdichtungen und Bürstendichtungen miteinander kombiniert.

Nach einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung umfasst die Bürstendichtungen mehrere Borstenelemente, wobei die Borstenelemente abweichend von der Radialen in

Umfangsrichtung angestellt sind, z.B. um 30° bis 60°. Die Borstenelemente können zudem in Axialrichtung angestellt sein, z.B. um 3° bis 10°, insbesondere 6°, und ggf. an der ersten Dichtungseinrichtung anliegen. Hierdurch ergibt sich eine effektive Abdichtung. Leckagen werden auf ein absolutes Minimum reduziert.

Vorzugsweise ist die zweite, als Bürstendichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung axial versetzt zu der ersten, als Ringdichtung ausgebildeten Dichtungseinrichtung angeordnet, wobei sich die Bürstendichtung unmittelbar an die Ringdichtung anschließt, und wobei die Ringdichtung eine Stützplatte für die Bürstendichtung bildet. Dies erlaubt einerseits einen einfachen und kompakten Aufbau der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung und andererseits eine besonders effektive Abdichtung.

Bevorzugte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Unteransprüchen und der nachfolgenden Beschreibung.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung wird, ohne hierauf beschränkt zu sein, an Hand der Zeichnung näher erläutert. In der Zeichnung zeigt:

- Fig. 1: eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung in stark schematisierter Vorderansicht,
- Fig. 2: die erfindungsgemäße Dichtungsanordnung gemäß Fig. 1 im stark schematisierten Querschnitt,
- Fig. 3: ein Detail einer Bürstendichtung der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung gemäß Fig. 1 und Fig. 2,
- Fig. 4: ein Detail einer alternativen Bürstendichtung für eine erfindungsgemäße Dichtungsanordnung, und
- Fig. 5: die alternative Bürstendichtung gemäß Fig. 4 in einem gestauchten Zustand.

Figur 1 zeigt einen Ausschnitt aus einem Gehäuse 10 einer Gasturbine zusammen mit insgesamt fünf um das Gehäuse 10 herum angeordneten Schaufelsegmenten 11, 12, 13, 14 und 15 einer Leitschaufel in einer stark schematisierten Darstellung. Sowohl das Gehäuse 10 – welches als speichenzentrierter, freistehender Träger ausgebildet sein kann – als auch die die Schaufelsegmente 11, 12, 13, 14 und 15 umfassende Leitschaufel sind feststehend als rotationssymmetrische Bauteile ausgebildet. Die rotationssymmetrische Leitschaufel ist konzentrisch um das rotationssymmetrische Gehäuse 10 angeordnet.

Wie insbesondere Figur 2 entnommen werden kann, welche die Anordnung gemäß Figur 1 in einer gegenüber Figur 1 um 90° gedrehten Schnittdarstellung zeigt, sind das Gehäuse 10 und die Schaufelsegmente 11, 12, 13, 14 und 15 mit radialem Spiel zueinander angeordnet, dass heißt zwischen einer äußeren Kante 16 des Gehäuses 10 und einer inneren Kante 17 der Schaufelsegmente 11, 12, 13, 14 und 15 ist ein Spalt 18 ausgebildet.

Gemäß Figur 1 können dabei die einzelnen Schaufelsegmente 11, 12, 13, 14 und 15 radial zueinander versetzt sein, so dass für einige Schaufelsegmente 11, 13 und 15 der Abstand zwischen ihren inneren Kanten 17 und der äußeren Kante 16 des Gehäuses 10 größer ausgebildet ist als für andere Schaufelsegmente 12 und 14. Im Bereich der Schaufelsegmente 11, 13 und 15 ist der Spalt 18 demnach größer ausgebildet als im Bereich der Schaufelsegmente 12 und 14, was in Figur 1 durch einen Zwischenraum 19 im Bereich der Schaufelsegmente 11, 13 und 15 visualisiert ist. Der Spalt 18 kann demnach über eine unregelmäßige Breite verfügen, was auch durch unterschiedliche Ausdehnungen oder unterschiedliche Neigungen der Schaufelsegmente 11, 12, 13, 14 und 15 während des Betriebs der Gasturbine verursacht sein kann.

Zur Abdichtung des Spalts 18 und der Zwischenräume 19 zwischen der äußeren Kante 16 des Gehäuses 10 und den inneren Kanten 17 der Schaufelsegmente 11, 12, 13, 14 und 15 wird erfindungsgemäß eine Dichtungsanordnung mit zwei Dichtungseinrichtungen vorgeschlagen.

Eine erste Dichtungseinrichtung 20, die zwischen dem Gehäuses 10 und den Schaufelsegmenten 11, 12, 13, 14 und 15 angeordnet ist, ist als Ringdichtung ausgebildet. Die Ringdichtung ist als metallische Kolbenringdichtung ausgeführt. Alternativ kann die Kolbenringdichtung auch aus Kunststoff, Keramik oder anderen geeigneten Werkstoffen bestehen.

Axial versetzt zu dieser Ringdichtung schließt sich unmittelbar an die erste Dichtungseinrichtung 20 eine zweite Dichtungseinrichtung 21 an, wobei die zweite Dichtungseinrichtung 21 als Bürstendichtung ausgebildet ist.

Mit Hilfe der als Ringdichtung ausgebildeten ersten Dichtungseinrichtung 20 lässt sich nur dann eine Abdichtung zwischen dem Gehäuse 10 und den Schaufelsegmenten 11, 12, 13, 14 und 15 mit minimierter Leckage gewährleisten, wenn keine Unregelmäßigkeiten im Spalt 18 zwischen dem Gehäuse 10 und den einzelnen Schaufelsegmenten 11, 12, 13, 14 und 15 vorliegen, der Spalt 18 also durchgängig annähernd die gleiche Breite aufweist. Liegt jedoch zum Beispiel ein radialer Versatz zwischen den einzelnen Schaufelsegmenten 11, 12, 13, 14 und 15 vor oder ist das Gehäuse 10 nicht vollkommen rund ausgebildet, so verfügt der Spalt 18 nicht durchgängig über eine konstante Breite. Die Ringdichtung würde in diesem Fall ihre Dichtigkeit einbüßen und Leckagen zulassen. Für diesen Fall ist die zweite Dichtungseinrichtung 21 von Wichtigkeit. Die zweite Dichtungseinrichtung 21 kann nämlich auf Grund ihrer Ausgestaltung derartige Toleranzen ausgleichen. Dies ist im rechten Teil der Figur 1 stark schematisiert gezeigt.

Figur 3 zeigt die zweite Dichtungseinrichtung 21 in größerem Detail. So umfasst die als Bürstendichtung ausgebildete zweite Dichtungseinrichtung 21 mehrere Borstenelemente 22. Im Bereich einer Einspannstelle 23 sind die Borstenelemente 22 um ein als Seelendraht ausgebildetes Führungselement 24 gewickelt. Weiterhin sind die Borstenelemente 22 am Führungselement 24 mit Hilfe eines Klemmelements 25 fixiert. Das Klemmelement 25 verfügt im Querschnitt über die Form eines offenen Rings und ist als sogenanntes C-Rohr ausgebildet. Die Borstenelemente 22 können auch anderweitig fixiert sein, z.B. durch Schweißen oder Kleben.

Die Einspannstelle 23 ist gemäß Figur 2 in einer Ausnehmung 26 des Gehäuses 10 positioniert. Mit freien Enden 27 liegen die Borstenelemente 22 der zweiten Dichtungseinrichtung 21 an den inneren Kanten 17 der Schaufelsegmente 11, 12, 13, 14, 15 an, und zwar unabhängig davon, ob ein radialer Versatz zwischen den Schaufelsegmenten 11, 12, 13, 14 und 15 vorliegt oder nicht. In diesem Zusammenhang ist von Bedeutung, dass die Borstenelemente 22 radial in Umfangsrichtung angestellt sind. Hierdurch lässt sich eine definierte Anlage der Enden 27 der Borstenelemente 22 an den inneren Kanten 17 der Schaufelsegmente 11, 12, 13, 14 und 15 erzielen. Ist die Breite des Spalts 18 vergrößert, so fällt die Anstellung der Borstenelemente 22 geringer aus. Ist hingegen die Breite des Spalts 18 verkleinert, so sind die Borstenelemente 22 stärker angestellt. Zudem können die Borstenelemente 22 von der Radialen in Axialrichtung angestellt sein und an der ersten Dichtungseinrichtung 20 zur besseren Dichtwirkung anliegen.

Wie insbesondere Figur 2 entnommen werden kann, bildet die als Ringdichtung ausgebildete erste Dichtungseinrichtung 20 eine Stützplatte für die Borstenelemente 22 der als Bürstendichtung ausgebildeten zweiten Dichtungseinrichtung 21. Die Borstenelemente 22 liegen abschnittsweise an der Ringdichtung an und werden so in ihrer Position stabilisiert.

Die Ausnehmung 26 im Gehäuse 10 zur Aufnahme der Einspannstelle 23 der Bürstendichtung dient ebenfalls der Aufnahme der Ringdichtung. In einem der Ringdichtung zugewandten Bereich verfügt die Ausnehmung 26 hierzu über einen Absatz 28, wobei die Ringdichtung mit einem Ende an den Absatz 28 angrenzt. Mit einem gegenüberliegenden Ende liegt die Ringdichtung im Bereich der Schaufelsegmente 12 und 14 an denselben an und dichtet so den Spalt 18 ab. Für die radial versetzten Schaufelsegmente 11, 13, und 15 hingegen liegt die Ringdichtung nicht an denselben an, sondern lässt vielmehr einen durch die Zwischenräume 19 definierten Teilspalt frei. Dieser wird jedoch durch die Bürstendichtung abgedichtet (siehe Figur 1).

Die als Ringdichtung ausgebildete erste Dichtungseinrichtung 20 und die als Bürstendichtung ausgebildete zweite Dichtungseinrichtung 21 sind ebenso wie das

Gehäuse 10 und die Leitschaufel rotationssymmetrisch ausgebildet und zwischen diesen beiden konzentrisch angeordneten, rotationssymmetrischen Bauteilen positioniert.

In dem Fall, in welchem die Bürstendichtung 21 in geschlossener Bauform ausgeführt ist, wird dieselbe in die Ausnehmung 26 des Gehäuses 10 in axialer Richtung eingeschoben und in dieser Position durch einen Befestigungsring 29 fixiert. Gegenüberliegend zum Absatz 28 wird die Ausnehmung 26 durch den Befestigungsring 29 begrenzt, der im gezeigten Ausführungsbeispiel als separates Element ausgeführt ist.

Es ist jedoch ebenfalls möglich, dass der Befestigungsring 29 integraler Bestandteil des Gehäuses 10 ist. In diesem Fall ist die Bürstendichtung 21 dann in offener Bauform ausgeführt ist. Die Bürstendichtung kann in dieser Ausführungsform wie ein durchtrennter Ring aufgebogen werden und über den Befestigungsring 29 hinweg in die Ausnehmung 26 des Gehäuses 10 eingelegt bzw. eingeschnappt werden.

An Stelle der in Figuren 2 und 3 gezeigten Bürstendichtung kann die in Figuren 4 und 5 gezeigte Hakenbürstendichtung als zweite Dichtungseinrichtung 21 verwendet werden. Bei der Hakenbürstendichtung handelt es sich um eine spezielle Ausgestaltung einer Bürstendichtung, mit um ca. 90° abgewinkelten Borstenelementen 30.

Mit einer Einspannstelle 31 ist eine solche Hakenbürstendichtung dann in einer nicht gezeigten Ausnehmung des Gehäuses 10 fixiert, wobei sich ein erster Abschnitt 32 der Borstenelemente 30 in axialer Richtung des Gehäuses 10 erstreckt. Mit einem zweiten Abschnitt 33 der Borstenelemente 30, der gegenüber dem ersten Abschnitt 32 der Borstenelemente 30 um in etwa 90° abgewinkelt ist, liegen die Borstenelemente 30 dann an der inneren Kante 17 der Schaufelsegmente 11, 12, 13, 14 und 15 und an der ersten Dichtungseinrichtung 20 an. Zumindest der sich in axialer Richtung des Gehäuses 10 erstreckende erste Abschnitt 32 der Borstenelemente 30 kann von einer Hülle 34 umschlossen sein, wobei die Hülle 34 eine mittlere Einkerbung 35 aufweist. Zum Ausgleich von Unregelmäßigkeiten des abzudichtenden Spalts 18 können die Borstenelemente 30 entlang der Einkerbung 35 verbogen werden, so dass die Borstenelemente 30 von der in Figur 5 gestrichelt dargestellten Position in die in Figur 5 mit durchgezogenen Strichen



dargestellte Position übergehen. Das geschieht dann, wenn die Breite des abzudichtenden Spalts verkürzt ist. Mit einer solchen Hakenbürstendichtung kann die Bauform nochmals komprimiert werden.

Fig. 1 zeigt eine Trennstelle 40 von der als Kolbenringdichtung ausgebildeten, ersten Dichtungseinrichtung 20, wodurch sich deren Durchmesser begrenzt elastisch anpassen kann. Die Trennstelle 40 kann beliebig ausgebildet sein, z.B. überlappend. Bei zwei ersten Dichtungseinrichtungen 20 sollten die Trennstellen 40 in Umfangsrichtung um  $180^\circ$  versetzt sein. Auch im Hinblick auf etwaigen Leckagen im Bereich der Trennstelle 40 verbessert die zweite Dichtungseinrichtung 21 die Dichtwirkung.

Im Sinne der Erfindung wird eine besonders effektive und konstruktiv einfache statische Abdichtung für Gasturbinen geschaffen. Ein Segmentversatz zwischen einzelnen Schaufelsegmenten der Leitschaufel einer Gasturbine, der sich beim Betrieb der Gasturbine einstellen kann, oder eventuelle Unrundungen des Gehäuses führen nicht zu Leckagen. Es kann in allen Situationen eine hohe Dichtigkeit gewährleistet werden. Die Borstenelemente der Bürstendichtung gleichen den Segmentversatz und Unrundungen aus. Es werden die Vorteile von Bürstendichtungen und Ringdichtungen bzw. Kolbenringdichtungen miteinander kombiniert.

Der Einsatz der erfindungsgemäßen Dichtungsanordnung ist nicht auf Gasturbinen beschränkt. Die Erfindung ist vielmehr überall dort einsetzbar, wo feststehende rotationssymmetrische Bauteile unter Verwendung einer statischen Dichtungsanordnung gegeneinander abzudichten sind.

### Patentansprüche

1. Dichtungsanordnung, wobei zwischen rotationssymmetrischen Bauteilen wenigstens eine erste, als Ringdichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (20) angeordnet ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** zwischen den rotationssymmetrischen Bauteilen zusätzlich eine zweite, als Bürstendichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (21) angeordnet ist.
2. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die als Ringdichtung ausgebildete erste Dichtungseinrichtung (20) und die als Bürstendichtung ausgebildete zweite Dichtungseinrichtung (21) ebenfalls rotationssymmetrisch ausgebildet und zwischen den konzentrisch angeordneten rotationssymmetrischen Bauteilen positioniert sind.
3. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bürstendichtung in geschlossener Bauform ausgeführt ist.
4. Dichtungsanordnung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bürstendichtung in offener bzw. geteilter Bauform ausgeführt ist.
5. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bürstendichtung als Hakenbürstendichtung ausgebildet ist.
6. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bürstendichtung mehrere Borstenelemente (22, 30) aufweist.
7. Dichtungsanordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Borstenelemente (22) unter Bildung einer Einspannstelle (23) um ein

Führungselement (24) gewickelt und mit einem Klemmelement (25) an dem Führungselement (24) fixiert sind.

8. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite, als Bürstendichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (21) mit einem Ende in einer Ausnehmung (26) eines ersten rotationssymmetrischen Bauteils angeordnet ist.
9. Dichtungsanordnung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Bürstendichtung derart in der Ausnehmung (26) angeordnet ist, dass die Einspannstelle (23) in der Ausnehmung (26) des ersten rotationssymmetrischen Bauteils positioniert ist und freie Enden (27) der Borstenelemente (22) sich in Richtung auf ein zweites rotationssymmetrisches Bauteil erstrecken.
10. Dichtungsanordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die freien Enden (27) der Borstenelemente (22) an dem zweiten rotationssymmetrischen Bauteil anliegen.
11. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Borstenelemente (22) radial angestellt sind, derart, dass die Borstenelemente (22) einen in radialer Richtung gekrümmten Verlauf aufweisen.
12. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite, als Bürstendichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (21) axial versetzt zur ersten, als Ringdichtung ausgebildeten Dichtungseinrichtung (20) angeordnet ist.
13. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite, als Bürstendichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (21) sich in axialer Richtung der rotationssymmetrischen

Bauteile unmittelbar an die erste, als Ringdichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (20) anschließt.

14. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste, als Ringdichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (21) eine Stützplatte für die Borstenelemente (22) der zweiten, als Bürstendichtung ausgebildeten Dichtungseinrichtung (20) bildet.
15. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das zweite rotationssymmetrische Bauteil das erste rotationssymmetrische Bauteil umschließt, wobei das zweite Bauteil aus Segmenten aufgebaut sein kann.
16. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** das erste rotationssymmetrische Bauteil als Gehäuse (10) einer Gasturbine und das zweite rotationssymmetrische Bauteil als Leitschaufel der Gasturbine mit mehreren Schaufelsegmenten (11, 12, 13, 14, 15) ausgebildet ist, wobei zwischen dem Gehäuse (10) und den Schaufelsegmenten (11, 12, 13, 14, 15) zur Abdichtung eines Spalts (18, 19) die erste, als Ringdichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (20) und zusätzlich die zweite, als Bürstendichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (21) angeordnet ist.
17. Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste, als Ringdichtung ausgebildete Dichtungseinrichtung (21) eine metallische Kolbenringdichtung ist.
18. Verwendung einer Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17 als statische Dichtung zwischen zwei nicht rotierenden, rotationssymmetrischen Bauteilen.
19. Verwendung einer Dichtungsanordnung nach einem oder mehreren der Ansprüche 1 bis 17 als statische Dichtung zwischen einem nicht rotierenden Gehäuse und

ebenfalls nicht rotierenden Leitschaufelsegmenten einer Gasturbine, wobei die Leitschaufelsegmente mit radialem Spiel um das Gehäuse herum angeordnet sind.

1 / 3

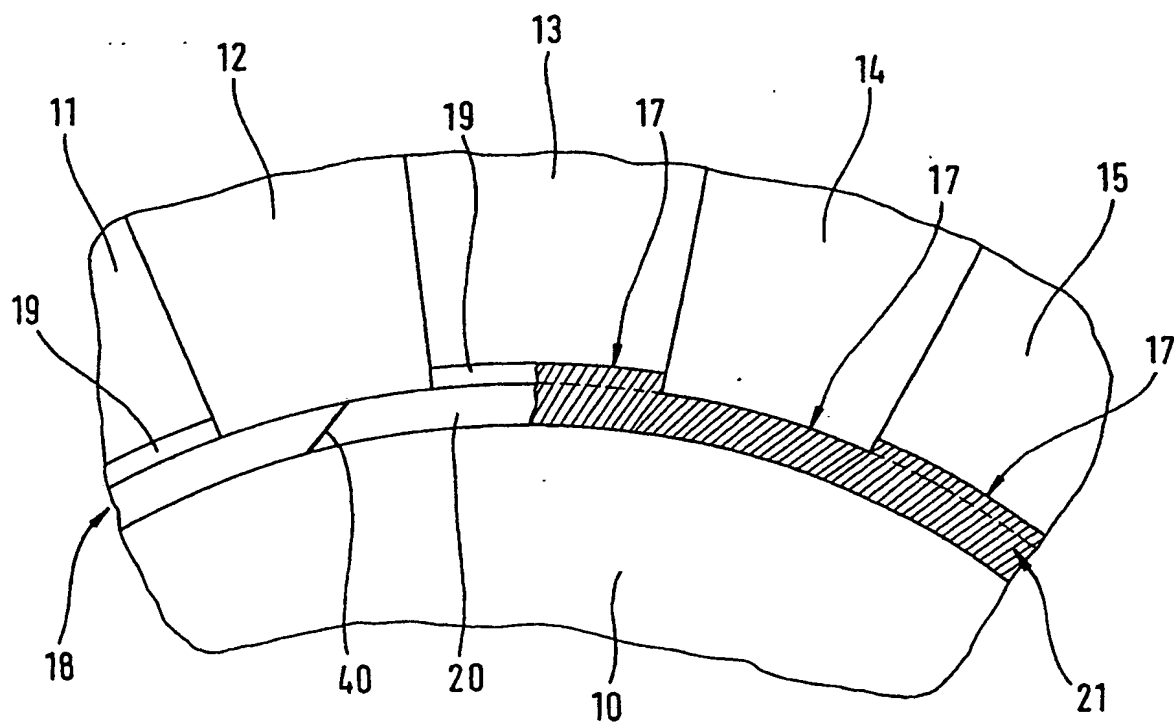


Fig. 1

2 / 3

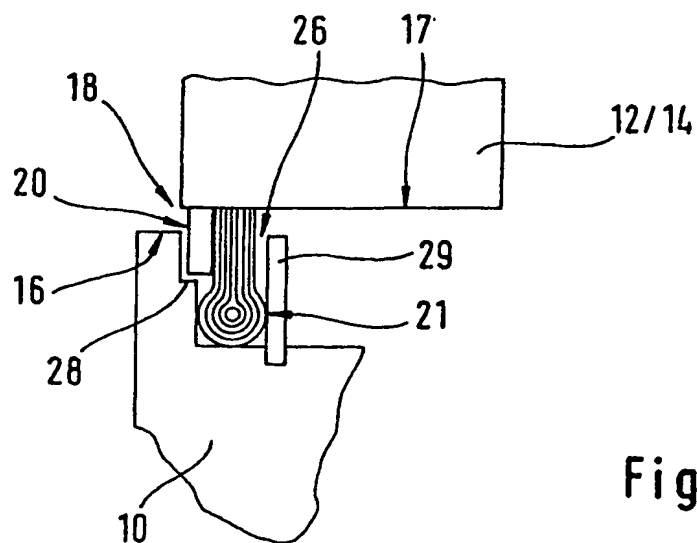


Fig. 2

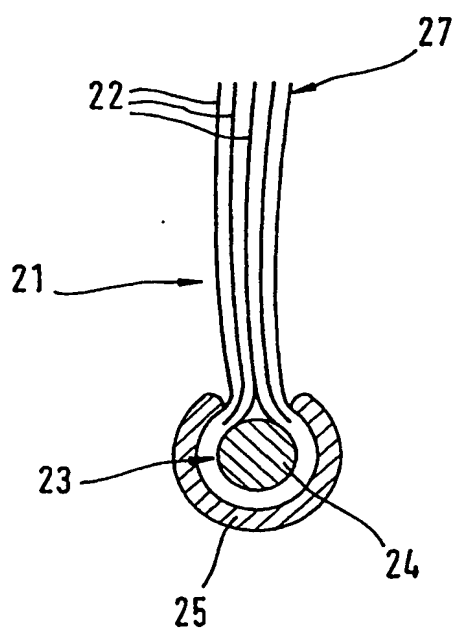


Fig. 3

3 / 3

Fig. 4

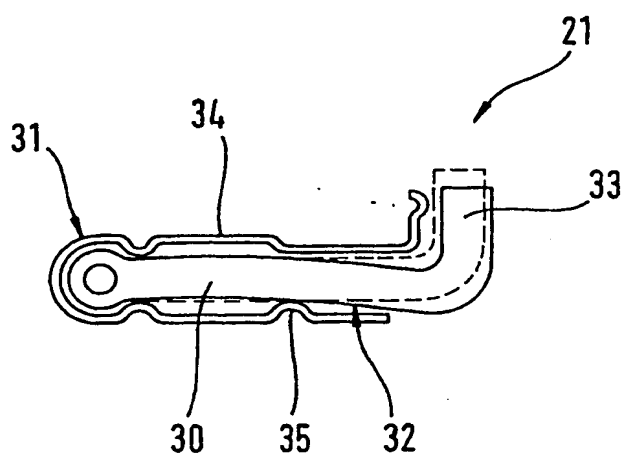
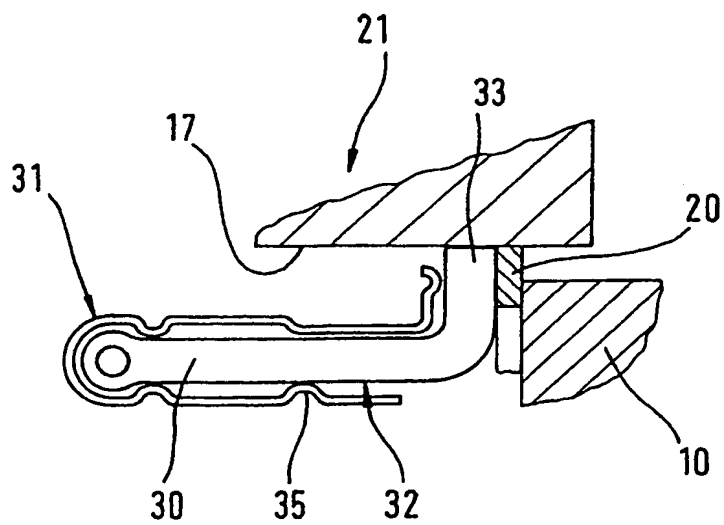


Fig. 5



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 03/03918

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 F16J15/32 F01D11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 F16J F01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01/48887 A (MTU) 5 July 2001 (2001-07-05)  the whole document	1-3, 5-11, 15, 17-19
X	EP 0 469 826 A (GENERAL ELECTRIC) 5 February 1992 (1992-02-05) column 5, line 55 -column 7, line 5; figures	1-3, 12-19
X	US 6 173 958 B1 (DINC ET AL.) 16 January 2001 (2001-01-16) column 1, line 34 - line 53 column 7, line 21 -column 8, line 6; figures 11,12	1-3, 6, 15, 17-19
	-/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

8 April 2004

Date of mailing of the international search report

19/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Narminio, A

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No  
PCT/DE 03/03918

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 378 873 B1 (GENERAL ELECTRIC) 30 April 2002 (2002-04-30) column 3, line 31 -column 4, line 15; figures -----	1-4

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 03/03918

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 0148887	A	05-07-2001	DE 19962316 A1	16-08-2001
			AT 259026 T	15-02-2004
			CA 2363632 A1	05-07-2001
			CN 1345397 T	17-04-2002
			WO 0148887 A2	05-07-2001
			DE 50005218 D1	11-03-2004
			EP 1196977 A2	17-04-2002
			JP 2003518593 T	10-06-2003
			RU 2208190 C2	10-07-2003
			US 6695314 B1	24-02-2004
EP 469826	A	05-02-1992	US 5074748 A	24-12-1991
			CA 2042197 A1	31-01-1992
			EP 0469826 A2	05-02-1992
			JP 4252824 A	08-09-1992
US 6173958	B1	16-01-2001	US 6010132 A	04-01-2000
			US 5474306 A	12-12-1995
			US 6131911 A	17-10-2000
			US 5749584 A	12-05-1998
			US 2001007384 A1	12-07-2001
			US 6257586 B1	10-07-2001
			US 6131910 A	17-10-2000
			US 6042119 A	28-03-2000
US 6378873	B1	30-04-2002	DE 10125634 A1	24-01-2002
			JP 2002010563 A	11-01-2002



# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03918

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	<p>US 6 378 873 B1 (GENERAL ELECTIC)  30. April 2002 (2002-04-30)  Spalte 3, Zeile 31 -Spalte 4, Zeile 15;  Abbildungen</p> <p>-----</p>	1-4

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 03/03918

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 0148887 A	05-07-2001	DE 19962316 A1	16-08-2001
		AT 259026 T	15-02-2004
		CA 2363632 A1	05-07-2001
		CN 1345397 T	17-04-2002
		WO 0148887 A2	05-07-2001
		DE 50005218 D1	11-03-2004
		EP 1196977 A2	17-04-2002
		JP 2003518593 T	10-06-2003
		RU 2208190 C2	10-07-2003
		US 6695314 B1	24-02-2004
EP 469826 A	05-02-1992	US 5074748 A	24-12-1991
		CA 2042197 A1	31-01-1992
		EP 0469826 A2	05-02-1992
		JP 4252824 A	08-09-1992
US 6173958 B1	16-01-2001	US 6010132 A	04-01-2000
		US 5474306 A	12-12-1995
		US 6131911 A	17-10-2000
		US 5749584 A	12-05-1998
		US 2001007384 A1	12-07-2001
		US 6257586 B1	10-07-2001
		US 6131910 A	17-10-2000
		US 6042119 A	28-03-2000
US 6378873 B1	30-04-2002	DE 10125634 A1	24-01-2002
		JP 2002010563 A	11-01-2002